

рис.1.

При включении и выключении освещения (лампа накаливания) наблюдалось изменение тока, проходящей через исследуемые углеродные пленки. Из разности токов при освещении и его отсутствия были рассчитаны величины фототоков при различных условиях. Наибольшее значение фототока наблюдалось для углеродных пленок, выращенных на кремниевых подложках и превышало 2 мА при напряжении на образце 8 В. Следует отметить, что вольт-амперные характеристики имели линейный вид, что указывает на отсутствие выпрямляющего действия контактов на протекающий ток. Для подложек из кварца величина фототока была наименьшей и составляла в максимуме ~75 нА.

С помощью формулы

$$I_{ph} = I_l + I_d,$$

где I_l – ток при освещении, I_d – темновой ток, были определены фототоки для всех образцов.

Из полученных результатов следует, что в тонких углеродных пленках, полученных методом плазменного осаждения и последующей термообработки, проявляют зависимость сопротивления от освещения. Уменьшение сопротивления связано с фотогенерацией носителей заряда, приводящее к увеличению концентрации носителей заряда. Зависимость фототока от напряжения обусловлена эффективным разделением фотогенерируемых носителей заряда электрическим напряжением. Такое воздействие приводит к уменьшению интенсивности рекомбинационных процессов электронно-дырочных пар. Зависимость фототока от температуры зависит от подложки. При уменьшении температуры до 1000 К величина фототока уменьшается для всех образцов. Возможно это связано с изменением плотности состояний при уменьшении температуры. Увеличение температуры термообработки от 6500 до 7500 °С при синтезе плёнок не вызывает заметного изменения зависимости $I_{ph}(V)$ для Si подложек, в то время как для SiO₂ $I_{ph}(V)$ заметно возрастает. Возможно это связано с более эффективным формированием поликристаллических структур на Si подложке, которые ответственны за наблюдаемый фотоэффект. Это подтверждается значительно высокими значениями фототока, наблюдаемых для образцов на Si подложках.

Список публикаций:

[1] Neustroev E. P., Popov V. I., Prokopiev A. R., Davydova Z. Y., Semenov S. O.. Formation of nanographite on SiO₂ substrate by plasma deposition of carbon and subsequent annealing // AIP Conference Proceedings - 2019. Vol. 2179. - P. 020019(1-8)

Поляризационные свойства экологически чистых твёрдых растворов состава $(1-x-y) \text{NaNbO}_3 - x \text{KNbO}_3 - y \text{Cd}_{0.5}\text{NbO}_3$ ($0.05 \leq x \leq 0.30, y=0.15$)

Мойса Максим Олегович

Андрюшин Константин Петрович

Южный федеральный университет

Резниченко Лариса Андреевна, д.ф.-м.н.

maksim.moysa@mail.ru

Пьезоэлектрические материалы играют важную роль в электронных устройствах, таких как измерители давления, датчики, ускорители, ультразвуковые двигатели, преобразователи и др. Наиболее широко используемые пьезоэлектрические материалы представляют собой системы на основе композиций состава $\text{PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3$ (PZT), что обусловлено их превосходными пьезоэлектрическими свойствами. Развитие

законодательной базы в области охраны окружающей среды вынуждает искать бессвинцовые материалы, способные заменить PZT-керамики, что позволит снизить антропогенное загрязнение. Ввиду того, что большинство приборов работает в условиях вариации внешних воздействий (температуры, постоянного/переменного электрического поля и др.), актуальной задачей на сегодня является установление зависимости электрофизических свойств, в частности, поляризационных от температуры при нагреве и охлаждении образцов, что и стало предметом нашего исследования, в котором в качестве объектов выступили твёрдые растворы (ТР) трёхкомпонентной системы $(1-x-y) \text{NaNbO}_3 - x \text{KNbO}_3 - y \text{Cd}_{0.5}\text{NbO}_3$ [1].

Рассмотрены ТР с $x=0.05 \div 0.30$, $y=0.15$, $\Delta x=0.05$. Петли диэлектрического гистерезиса исследовались осциллографическим методом Сойера – Тауэра ($f = 50$ Гц, $T = 290 \div 431$ К), при этом были рассчитаны спонтанная, P_s , и остаточная, P_r , поляризации, а также напряженность коэрцитивного поля, E_c . Зависимости (P_s , P_r , E_c)(T) были аппроксимированы полиномом второй степени.

Установлено, что во всех исследованных ТР петли диэлектрического гистерезиса формируются во всем исследовательском температурном диапазоне. Необходимо отметить, что по мере увеличения концентрации KNbO_3 получение классической сегнетоэлектрической (СЭ) петли P - E при комнатной температуре затруднено, то есть происходит формирование (P - E)- зависимости, близкой по виду к СЭ, но с округлыми концами. Однако, при увеличении температуры указанный эффект нивелируется. P_s , P_r , E_c с ростом температуры убывают, а при охлаждении образцов, наоборот, происходит возрастание указанных величин. Так, в ТР с $x=0.05$ и $x=0.20$ P_s изменяется линейно в диапазонах $(17 \div 12) \mu\text{C}/\text{cm}^2$ и $(13 \div 11) \mu\text{C}/\text{cm}^2$, E_c также линейно снижается при нагреве в интервале $(5.5 \div 3.3) \text{ kV}/\text{cm}$ и возрастает при охлаждении в интервале $(3.2 \div 5.5) \text{ kV}/\text{cm}$. В ТР с $x=0.10$ и $x=0.15$ имеется ряд особенностей. Так, P_s убывает линейно в диапазонах $(22 \div 18) \mu\text{C}/\text{cm}^2$ и $(16 \div 13) \mu\text{C}/\text{cm}^2$, соответственно, а E_c снижается при нагреве по квадратичному закону в диапазонах $(5.5 \div 3.0) \text{ kV}/\text{cm}$ и возрастает в диапазоне $(2.5 \div 7.0) \text{ kV}/\text{cm}$ при охлаждении (рис. 1). Указанные ТР характеризуются стремительным снижением коэрцитивных полей с ростом температуры, тогда как спонтанная и остаточная поляризации убывают медленно. Необходимо отметить, что в остальных ТР снижение P_s , P_r , E_c по мере роста температуры не превышает $(5 \div 15\%)$.

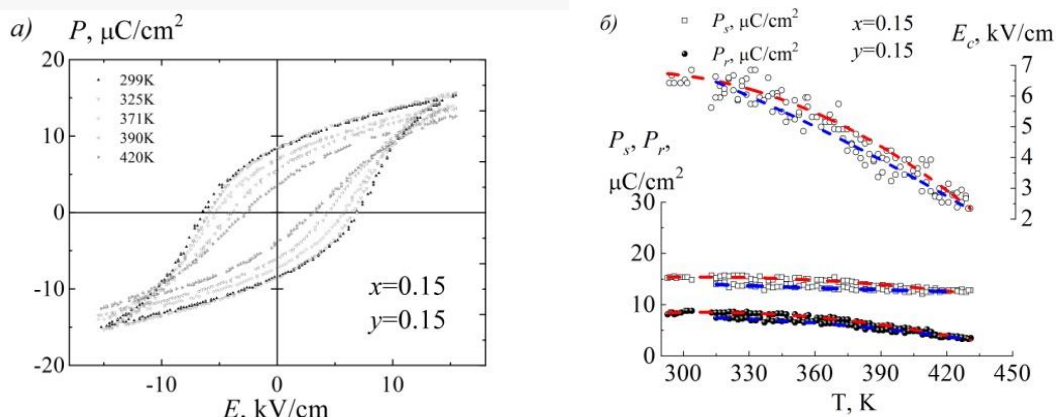


рис.1 Зависимость формы петель диэлектрического гистерезиса (а), P_s , P_r , E_c (б) ТР состава $(1-x-y) \text{NaNbO}_3 - x \text{KNbO}_3 - y \text{Cd}_{0.5}\text{NbO}_3$ ($x=0.15$, $y=0.15$) от температуры

На рис. 2 представлены зависимости поляризационных характеристик от температуры в ТР с $x=0.30$. Установлено, что при указанном содержании KNbO_3 исследованные зависимости имеют экстремум как при нагреве, так и при охлаждении в окрестности 370К.

Наблюдаемое для всех исследованных ТР снижение величины коэрцитивного поля с ростом температуры, вероятно, связано с тем, что при возрастании температуры снижается энергетический барьер для переключения доменов, вследствие чего уменьшается величина внешнего электрического поля, необходимого для перестройки доменной структуры. Формирование экстремумов в различных составах может быть связано с некоторыми структурными неустойчивостями в данных объектах, что требует дополнительных рентгенографических исследований.

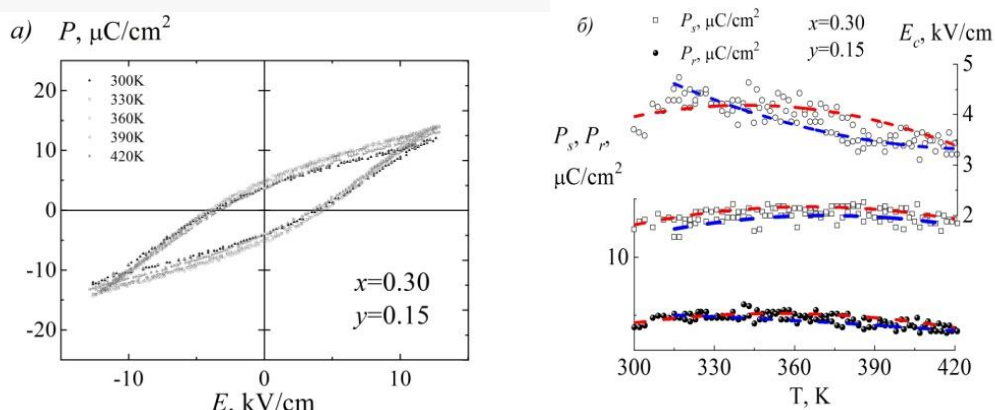


рис.2 Зависимость формы петель диэлектрического гистерезиса (а), P_s , P_r , E_c (б) ТР состава $(1-x-y) \text{NaNbO}_3 - x \text{KNbO}_3 - y \text{Cd}_{0.5}\text{NbO}_3$ ($x=0.30$, $y=0.15$) от температуры

Полученные результаты целесообразно использовать при разработке соответствующих устройств электронной техники.

Работа выполнена в рамках темы: «Экологически чистые материалы для инновационных мультифункциональных систем: от цифрового дизайна к производственным технологиям». (Открытый конкурс исследовательских лабораторий ЮФУ-2020)

Список публикаций:

[1] Andryushin K.P., *Sodium solutions of sodium- potassium-cadmium. Preparation, structure, electrophysical and thermofrequency properties* / K.P. Andryushin, I.N. Andryushina, L.A. Reznichenko // LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 61 p. (Монография). ISBN 978-3-8454-0867-5. <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-3-8454-0867-5/solid-solutions-of-sodium-potassium-cadmium-niobats?search=Preparation,%20structure>

Расчет спектра комбинационного рассеяния силиценовых нанолент

Мукунов Никита Янович

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова

Шарин Егор Петрович, к.ф.-м.н.

muksunov97@mail.ru

В последнее время двумерные материалы вызвали большой интерес благодаря их уникальным свойствам. Так, например, недавно был теоретически предсказан и синтезирован экспериментально силицен.

Исследования силиценовых нанолент (SiNR) с помощью сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии подтвердили тесную связь между структурой и свойствами, предоставляя структурную и электронную информацию в атомном масштабе.

В данной работе на основе метода функционала плотности произведен расчет колебательного спектра силиценовых нанолент. Крайя которых пассивированы атомами водорода. В качестве инструмента *ab initio* расчетов использовался программный комплекс Quantum Espresso [1], предназначенный для моделирования атомно-молекулярных и электронно-ядерных систем методами квантовой механики и молекулярной динамики. Взаимодействие между ионами и электронами моделируемой системы описывается посредством псевдопотенциального подхода и метода присоединенных плоских волн. *Ab initio* моделирование проводилось в рамках теории функционала плотности с использованием приближения локальной плотности (LDA). Для ускорения сходимости в расчетах выбрана величина энергии «обрезания» $E_{cut}=60 \text{ Ry}$ подобно расчетной процедуре, изложенной в работе [2]. Разбиение обратного пространства на сетку $6 \times 6 \times 1$ осуществлялось посредством использования метода Монхорста-Пака [3]. Во избежание взаимодействия между слоями расстояние между ними устанавливалось равным 20 \AA .

В работе рассчитаны Raman – спектры трех силиценовых нанолент с краями типа «кресло» пассивированными атомами водорода с шириной $N=3$, $N=5$ и $N=7$ (3-ASiNR, 5-ASiNR, 7-ASiNR) соответственно. На рис.1 показан Raman - спектр силиценовой наноленты с краями типа «кресло» шириной $N=3$ (3-ASiNR)